

学際領域の診療

Interdisciplinary Practice

最新の画像診断と産婦人科疾患

Diagnostic Imaging of the Gynecologic Disorders ; State of the Art

はじめに

画像診断の進歩は著しい。現在では、形態情報はもちろん、機能、血流、代謝を含めた、生体情報のすべてが画像化され得ると言っても決して過言ではない。しかし選択肢が多くなったことにより、情報が氾濫し逆に混乱を来しているのが現状である。この状況のなか、最も有用な検査を最も適切に施行し、最も多くの情報を引き出す作業が極めて重要となる。本稿では、CT、MRI の最先端、近年普及の著しい PET について概説する。

I. CT

従来の CT 検査の特徴と婦人科臨床における役割

CT : computed tomography とは、X 線装置とコンピュータを組み合わせた医療機器である。1 回転で 1 スライスの軸位断の断層像(横断像)を得るのが従来の CT であり、利点は MR と比較し廉価であること、撮像時間が短く、短時間に広範囲の画像が得られること、石灰化の診断に優れることがあげられる。欠点は、被曝、軟部組織コントラストが不良なことなどである。近年話題となっている医療被曝という点で CT の使用は、若い女性には極力避けるべきである。したがって、婦人科で現在 CT が行われるのは、短時間で撮像可能という利点を活かし急性腹症、転移巣の検索などである。子宮卵巣の評価では CT は MR に全く歯が立たないが、造影剤を用いれば、肝転移巣の検索、リンパ節転移の評価について大きな遜色はない。肺転移巣の検索にも、胸部 X 線だけでなく CT が用いられる場合もある。ただし、FIGO では子宮頸癌の進行期決定の為の手段として CT 使用を公式には認めていないこと、また医療被曝の観点からも、どの程度まで CT を用いてよいのかについてはまだ確立したガイドラインはない。

MDCT の登場

上記の CT の概念は、ここ 2 ～ 3 年大きく変貌しつつある。スパイラル(らせん、またはヘリカル、とも呼ばれる)CT の登場により、超短時間での撮像が可能となり、CT 診断は一変した。それをさらに画期的に発展させたのが、近年普及の著しいマルチスライス CT である。マルチスライス CT とは多列の検出器を備える helical CT (Multi-detector CT=MDCT)であり、1 回の回転にて複数のきわめて薄い断層画像が得られる為、従来の single detector による helical CT に比し、長軸方向の空間分解能が飛躍的に向上し(最先端の 64 列では 0.2 ミリのアイソトロピックボクセルをえることができる)、また驚異的な撮影時間の短縮が可能となった。MDCT の出現は情報量の増加、適応の拡大、被曝線量の低減だけでなく、データ処理により立体的な三次元画像(3D)を作成観察、という方向へと CT 診断自体をかえつつある。

MDCT の特徴

- ・ 撮像時間の飛躍的な短縮, 結果として広範囲撮像も可能

広範囲の撮像が容易となった. また, 息止めの必要性がなく, 体動の影響も少なく, 状態が不良であっても問題とならない. 動きに強くなった結果として, 心臓のような動きの早い臓器の撮影も可能となった.

- ・ 超薄スライスの撮像が可能

超薄スライスの撮像にて, 撮影画像の微細化が実現し, これまで同定困難であった肺がんなどの早期発見に貢献することが期待されている. また, 臨床的に大きく貢献する点は非常に薄い連続したスライスを積み上げることにより, 格段に高品位の三次元再構成画像が容易に得られるようになったことにある. MDCT による冠動脈の再構成画像は, 従来の心臓カテーテルにかわりうる検査法として期待され, 近年のトピックである.

- ・ Post processing

現在のマルチスライス CT によって得られる情報はあまりにも膨大でそのまま写真にしても逆に意味がなく, 必要とされる情報に合わせた出力が必須である. Post processing は, いわば, 検査にて得られたデータを素材とし, それを依頼医の好みにあわせて差し出す, 一種の調理のような役目といえる. 画像データをワークステーションのコンピュータにて高速処理し, さまざまな角度の断層面の再構成画像, 三次元画像(3D), 仮想内視鏡の作成(三次元再構成画像の投影法の一つであり, 視点を目的臓器の内腔に置くことによって擬似的な内視鏡的画像を得る. この手法は, 気管支, 消化管, 膀胱, 尿管, 脊髄, 中耳等, さまざまな領域で臨床応用されており, 特に大腸では実際の大腸内視鏡よりも病変の検出能が高いとする報告もされている), CT, angiography による血管系の描出などを行う作業である. post processing は, 病変を立体的に把握することを可能とし, 手術ナビゲーションなど多彩な分野での応用が期待されていると同時に, 従来の侵襲的検査に変わりうる検査方法としての期待が大きい.

MDCT の婦人科臨床における役割

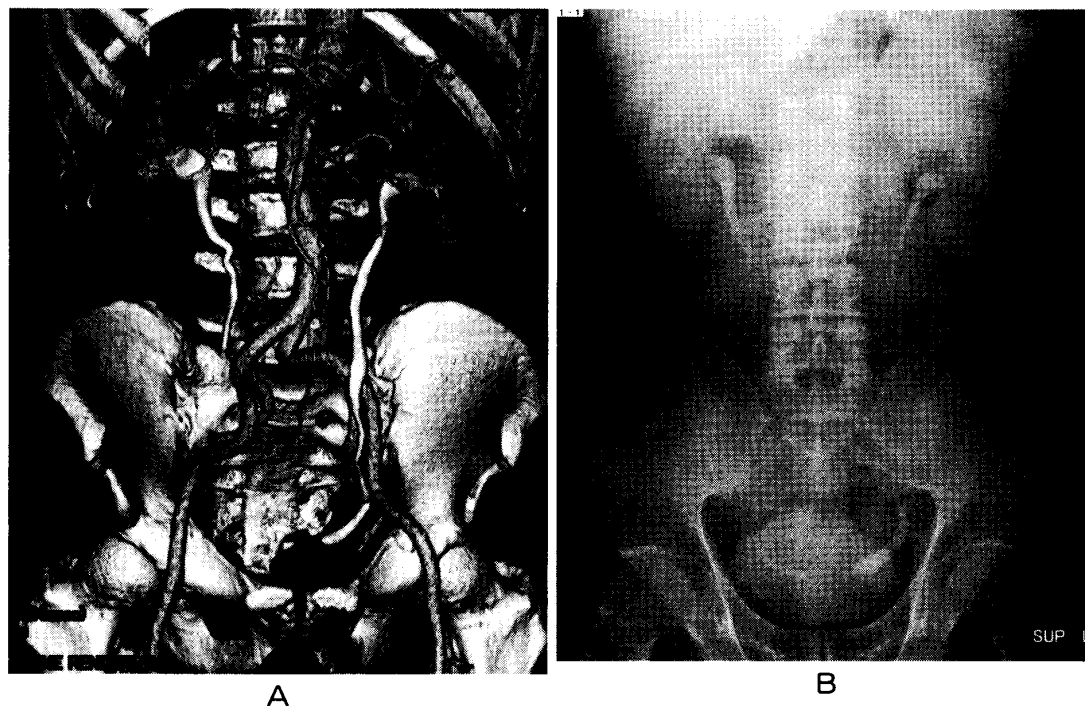
婦人科領域における MDCT, post processing についての報告はあまりないが, 尿管の評価においてマルチスライス CT が DIP を凌駕する可能性が示唆されている(図 1). すなわち内腔の情報は仮想内視鏡にて, また尿管の走行と隣接した血管との位置関係は三次元画像再構成による立体表示によって捉えることができる. また, 腹部 CT 画像の表示は横断像ではなく冠状断面とすることも容易であり, 将来はこちらが主流となる可能性がある(図 1).

II. MR

従来の MRI 検査の特徴と婦人科臨床における役割

MRI: Magnetic resonance imaging は水素原子核の核磁気共鳴(NMR: nuclear magnetic resonance)現象によって得られた信号の相違をフィルム上白黒の相違として描出する手法であり, 近年普及が著しい. spin-echo 法または fast spin-echo 法によって得られた T1 強調画像(繰り返し時間(TR)500msec, エコー時間(TE)20~40 msec), T2 強調画像(TR 1,800~2,000msec, TE 80~90msec), これに造影, または脂肪抑制を加えるのが一般的である.

X 線吸収値のみに基づく CT 値と異なり, MR 信号は多彩な要因によって変化する. したがって, MR は優れた軟部組織コントラストをもち実質組織, 液体の組成をある程度推定できる, という点が最も大きな利点である. MR により診断が容易となったものとして, ミューラー管奇形, 筋腫・腺筋症の診断と鑑別, 筋腫, 内膜症性嚢胞, デルモイドの診断



(図1) A)MDCTにて得られた3Dの再構成画像，尿管の描出のみならず，腎実質の情報，尿管と近くを走行する血管との関係などが明瞭に示されている．B) MDCT後に撮像されたDIP(KUB)

が上げられる．婦人科腫瘍の中できわめて頻度が高く，しかも良性である，子宮筋腫，子宮内膜症性嚢胞や，皮様嚢腫についてはほぼ特異的な診断が可能となったことは臨床的貢献が大きく，MRを用いることにより，治療方法の変更が可能となり，結果として患者への侵襲及び，医療費軽減に役立つことが報告されている¹⁾²⁾．

MRの欠点は，優れた軟部組織コントラストというMRの利点と表裏一体であり，MR信号は複数の要因によって決まるために画像解釈が難解という点である．すなわち高信号であるからこの組織という一対一対応ができない．また，検査費用が高価であり，簡便性に劣り，撮像時間が長い，などもあいまって，MRはスクリーニング検査としては不適である．また体内に金属を有する場合は禁忌となる等，特有の検査適応制限があり，検査適応の選択，入室に際しては慎重なチェックが必須である．

最先端 MR 超高速撮像方法

近年のMRの進歩は著しく，上記の古典的撮像法に加え，多彩な撮像方法を駆使することにより多彩な情報を得ることができる．T2強調画像を得るためには当初のspin-echo法では10数分を要したが，現在のFast Spin Echo法では2～3分，さらに超高速撮像法であるHASTEやTrue FISP, Echo Planer Imaging(EPI)では秒以下の撮像が可能となっている．こういった高速撮像の利点を生かし，胎児の評価，MR Urography, MR Angiography, がすでに日常臨床に普及し，さらにはシネMRによる動態評価，頭部専用であった撮像法の駆幹部への応用による擬似PET画像撮像などが行われつつある．以下これらについて簡単にまとめる．

・産科領域画像診断

高速撮像法により，胎児の動きによるアーチファクトは著しく軽減され，胎盤，胎児の評価が容易となった．MRは超音波にて診断し得ない母体腫瘍の評価はもちろん，胎児中

中枢神経系の評価に大きな貢献を果たす。特に妊娠後期は超音波では頭蓋の石灰化のため頭蓋内の検索が困難となるが、MR では容易に奇形の有無や脳回の発達の程度が明瞭に示される。躯幹部においても胸部腫瘍の質的診断、肺容積の評価などで優れた結果が報告されている。

・ MR Urography, MR Angiography

MR Urography は従来の排泄性尿路造影 DIP と比べ、被曝や造影剤なしに尿路の情報を提供し、小児、妊婦(後期)の検査方法として適する。さらに、水を描出する特徴によって、尿路閉塞があっても尿路全体の描出、閉塞部位の特定が可能である。MR Angiography も被曝や侵襲性なしに血管造影類似の画像を描出し、血管の閉塞や塞栓の有無、血流の状態、方向性などを評価しうる。pelvic congestion syndrome のような良性疾患が疑われる場合や若い女性においても、気軽にスクリーニングとして用いることができる。

・ MR キネマトグラフィー

true FISP, HASTE, SSFSE 等の超高速撮像法によって一断面一秒程度の撮像時間にて同一断面 T2強調画像を連続撮像し、これにて得られた数十枚の画像をつなぎあわせてシネモード表示したものが MR キネマトグラフィーである。生体内における動態での評価が可能となり、子宮脱、直腸脱、癒着や、イレウスの診断や部位の特定に用いられつつある。また、子宮には子宮蠕動と呼ばれる内膜筋層境界に微弱でリズムカルな波様の動きが認められるが、この描出にもすぐれる。波様の動きは、月経周期によってその強さ、頻度、方向が変化することから、月経時の内膜の剝離と脱落、ミッドサイクルにおける精子の子宮底部への移送、さらには妊卵の保持などに大きな役割を果たすと考えられている。MR キネマトグラフィーによる子宮蠕動の評価は、月経に関する症状や妊孕能と蠕動との関連を評価し、子宮機能の評価や生理的意義の解明に貢献する新しい手段として期待される³⁾。

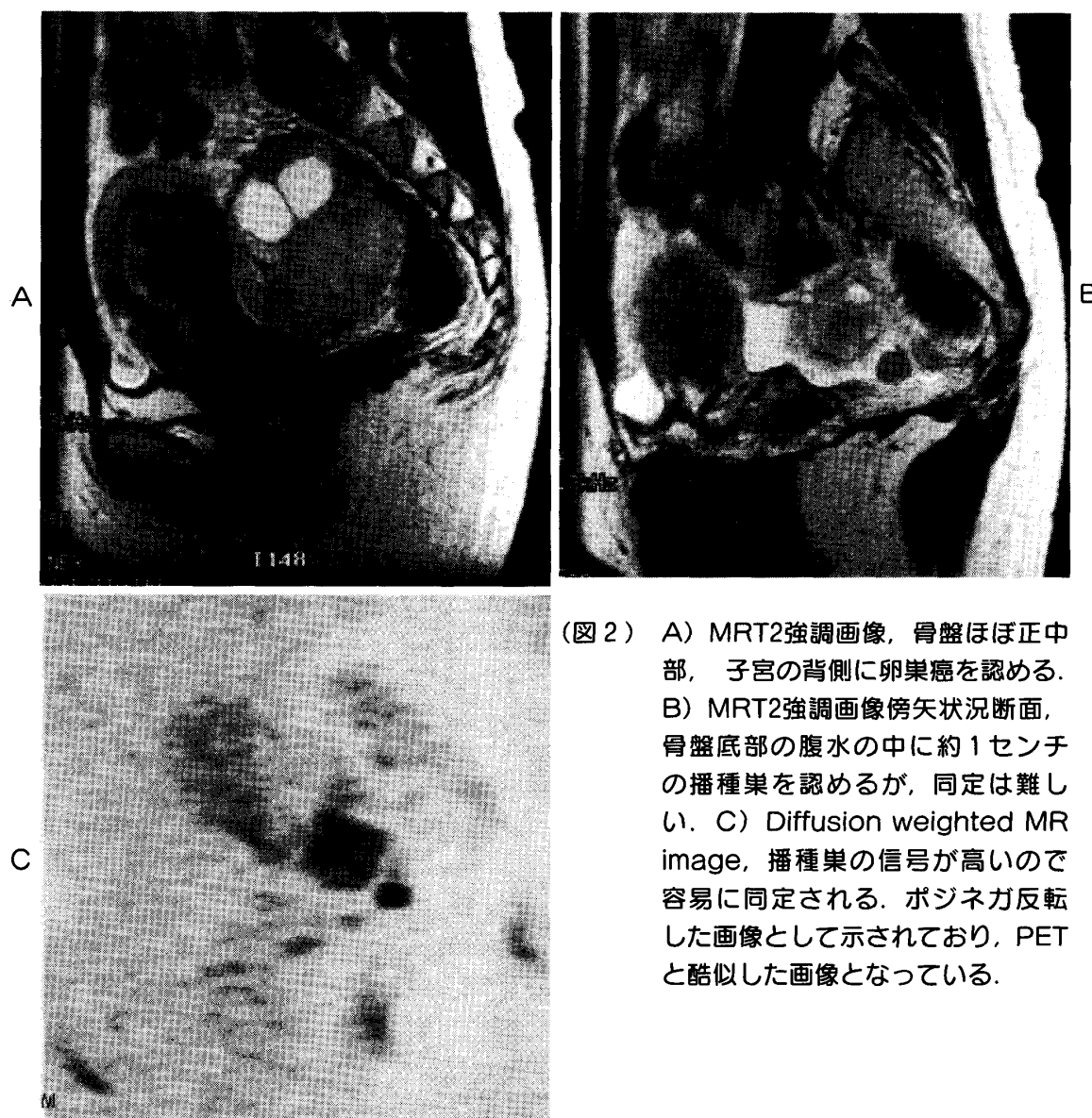
・ 拡散強調画像

拡散強調画像、Diffusion weighted image (DWI) はもっぱら急性期脳梗塞の診断に用いられていた撮像法である。躯幹部では空気存在により歪みが強く用いることができなかったが、1998年、single shot SE-EPI 法にて肝臓への拡散強調画像の応用が可能となった⁴⁾。現在では DWI を用いての躯幹部がんの診断は極めてホットな話題である(図2)。

DWI は従来の T1 強調画像、T2 強調画像とは全く異なる原理にて画像が構成され、得られる情報も全く異質である。信号強度に影響するものとして、液体の粘稠度、細胞内外の水分バランス、細胞密度、細胞・核質比などが知られているが、PET と酷似した画像が得られ、悪性腫瘍の播種、転移巣の描出に役立つことが期待されている。

III. PET

Positron emission tomography (PET, 陽電子放出断層撮影法) は、新しい核医学的悪性腫瘍診断方法として最近急速に普及しつつある画像診断法である。陽電子(ポジトロン)放出核種を用い、陽電子が核種から放出直後に物質中の陰電子と結合して消滅する際に放射する消滅放射線を信号として検出し断層像を作成する。保険診療にて認められている腫瘍 PET は¹⁸FluoroDeoxyGlucose (FDG)-PET であり、サイクロトロンにてフッ素-18を取り出し、ブドウ糖の擬似体を標識したものを静脈内投与し、約1時間後に PET 専用機を用いて30分程度で躯幹部前進を撮像する。CT, MR と比べた PET 画像の最も大きな相違点、利点は代謝画像であることといえる。一般に悪性腫瘍は糖代謝が亢進していることが知られており、FDG は糖代謝の亢進した組織に集積するため、PET 画像上悪性腫瘍は陽性に描出される。現時点では腫瘍 PET の婦人科腫瘍への保険適応は認められていないものの、卵巣癌再発の検索に際し通常のマーカー、画像検査に FDG-PET を加え



(図2) A) MRT2強調画像, 骨盤ほぼ正中中部, 子宮の背側に卵巣癌を認める. B) MRT2強調画像傍矢状断面, 骨盤底部の腹水の中に約1センチの播種巣を認めるが, 同定は難しい. C) Diffusion weighted MR image, 播種巣の信号が高いため容易に同定される. ポジネガ反転した画像として示されており, PETと酷似した画像となっている.

ると感度, 特異度の改善が示唆されており, 一度に全身撮像が可能であることも, 再発部位を特定するうえで大きな利点となる⁵⁾. また FDG-PET は代謝・機能画像であるため, 腫瘍の同定だけでなく取り込みの程度と悪性度や予後とのある程度の相関が報告されているがまだ今後の検討が必要である. ただ, 糖代謝の亢進は悪性腫瘍に特異的なわけではなく, 放射線療法および手術療法後しばらくは炎症性変化が false positive となることもあり注意を要する. 欠点としては費用が高価であることと, 検査に時間がかかり, 簡便性に欠けるなどがあげられる.

IV. PET と MR の将来

¹⁸F-FDG-PET では糖代謝の盛んな部位を, MR-Diffusion 強調画像では拡散速度低下, すなわち異なったよりどころを診断根拠としているため, がんの種類, 組織分化度の差によって同定能に差があるのは当然である. 今後 PET は PETCT として代謝情報に形態情報を付加し, MR は本来の形態情報に DWI によるある種の機能情報を付加しがんの診断を目指す方向にあり, 将来どちらが生き残るか, 共存するかは未知数である. ただし, 現

状では、MRDWI では PET に比し保険点数が約1/6と低く (MRI の保険点数は概ね1,200 点弱、PET は7,500点)、注射不要、被曝はゼロという点でやや有利である。PET による被曝は我々が1 年間に受ける自然放射線と同程度の軽微なものであるが、近年 CT による医療被曝が増加傾向にあることに問題提起がなされており、今後どの検査法においても、被曝については慎重に考え適応を考慮していく必要があると思われる。

最後に

マルチスライス CT に代表されるように、画像情報が氾濫している現在、最も適切な情報を正確に無駄なく引き出し、うまく臨床に使いこなすには、診療側と検査側の従来以上の密接な連携が必須といえる。

《参考文献》

1. Schwartz LB, Panageas E, Lange R, Rizzo J, Comite F, MacCarthy S. Female pelvis : impact of MR imaging on treatment decisions and net cost analysis. *Radiology* 1994 ; 192 : 55—60
2. Scoutt LM, McCarthy SM, Lange R, et al. MR evaluation of clinically suspected adnexal masses. *JCAT* 1994 ; 18 : 609—618
3. Nakai A, Togashi K, Yamaoka T, Fujiwara T, Ueda H, Koyama T, Kobayashi H, Kagimura T, Fujii S, Konishi J. Uterine peristalsis shown on cine MR imaging using ultrafast sequence. *J Magn Reson Imaging* 2003 ; 18 : 726—733
4. Ichikawa T, Haradome H, Hachiya J, Nitatori T, Araki T. Diffusion-weighted MR imaging with a single-shot echoplanar sequence : detection and characterization of focal hepatic lesions. *AJR Am J Roentgenol* 1998 Feb ; 170 (2) : 397—402
5. Nakamoto Y, Saga T, Ishimori T, Mamede M, Togashi K, Higuchi T, Mandai M, Fujii S, Sakahara H, Konishi J. Clinical value of positron emission tomography with FDG for recurrent ovarian cancer. *AJR* 2001 ; 176 : 1449—1454

〈富樫かおり*〉

*Kaori TOGASHI

*Department of Nuclear Medicine and Diagnostic Imaging Graduate School of Medicine, Kyoto University, Kyoto

Key words : CT · MDCT · MRI · PET